

# L'influence de l'exploitation forestière sur la concentration des particules dans les petits cours d'eau de la Beauce, Québec

## Logging Effect on the Concentration of Suspended Matters in Small Streams of Beauce, Québec

## Der Einfluss der Waldbauätigkeit auf die Menge der Schwebstoffe in Kleinen Wasserläufe der Beauce, Québec

André P. Plamondon

Volume 36, numéro 3, 1982

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/032484ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/032484ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Les Presses de l'Université de Montréal

ISSN

0705-7199 (imprimé)

1492-143X (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Plamondon, A. P. (1982). L'influence de l'exploitation forestière sur la concentration des particules dans les petits cours d'eau de la Beauce, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 36(3), 315–325. <https://doi.org/10.7202/032484ar>

Résumé de l'article

Cette étude a pour but d'évaluer l'influence de l'exploitation forestière sur l'augmentation de la quantité de sédiments en suspension dans cinq cours d'eau soumis à différents types de coupe. Lorsque les exploitations sont effectuées sans aucun souci de protection et que la machinerie forestière a libre accès au cours d'eau, les concentrations des sédiments inorganiques et organiques en suspension se maintiennent respectivement au-dessus de 1 000 et 500 ppm durant la coupe. Les maxima atteignent 197 000 et 65 000 ppm. Lorsque l'on garde la machinerie à une certaine distance des cours d'eau et que les arbres sont abattus en direction opposée, l'augmentation de la concentration de particules en suspension dans l'eau est faible. Il en va de même lorsque les cours d'eau sont protégés par des bandes boisées. Les concentrations des sédiments en suspension dans ces deux derniers cas demeurent généralement sous 35 ppm. Par contre, l'efficacité de la bande boisée est fortement atténuée par les passages de la machinerie, par l'arrivée d'un tributaire bouleversé par les opérations forestières ou par le creusage des tranchées d'égouttement des voies d'accès. Ainsi, les concentrations de sédiments inorganiques et organiques en suspension dépassent fréquemment 100 ppm et atteignent respectivement des maxima de 900 à 2 000 ppm.

# L'INFLUENCE DE L'EXPLOITATION FORESTIÈRE SUR LA CONCENTRATION DES PARTICULES DANS LES PETITS COURS D'EAU DE LA BEAUCE, QUÉBEC

André P. PLAMONDON, Département d'aménagement et de sylviculture, université Laval, Sainte-Foy, Québec G1K 7P4.

**RÉSUMÉ** Cette étude a pour but d'évaluer l'influence de l'exploitation forestière sur l'augmentation de la quantité de sédiments en suspension dans cinq cours d'eau soumis à différents types de coupe. Lorsque les exploitations sont effectuées sans aucun souci de protection et que la machinerie forestière a libre accès au cours d'eau, les concentrations des sédiments inorganiques et organiques en suspension se maintiennent respectivement au-dessus de 1 000 et 500 ppm durant la coupe. Les maxima atteignent 197 000 et 65 000 ppm. Lorsque l'on garde la machinerie à une certaine distance des cours d'eau et que les arbres sont abattus en direction opposée, l'augmentation de la concentration de particules en suspension dans l'eau est faible. Il en va de même lorsque les cours d'eau sont protégés par des bandes boisées. Les concentrations des sédiments en suspension dans ces deux derniers cas demeurent généralement sous 35 ppm. Par contre, l'efficacité de la bande boisée est fortement atténuée par les passages de la machinerie, par l'arrivée d'un tributaire bouleversé par les opérations forestières ou par le creusage des tranchées d'égouttement des voies d'accès. Ainsi, les concentrations de sédiments inorganiques et organiques en suspension dépassent fréquemment 100 ppm et atteignent respectivement des maxima de 900 à 2 000 ppm.

**ABSTRACT** *Logging effect on the concentration of suspended matters in small streams of Beauce, Québec.* The influence of logging operations on the input of suspended matters is evaluated on five streams subjected to different logging patterns. When the operations are carried out without protective measures, including tractor crossing of watercourses, the concentrations of inorganic and organic suspended matters remain above 1,000 and 500 ppm respectively during logging. The maxima reach 197,000 and 65,000 ppm respectively. Keeping the tractors away from the streams and felling the trees in the opposite direction of the streams minimize the increase of the suspended load. Similar protection is offered by leaving standing timber strips. These two latter types of protection keep the concentration of suspended sediments below 35 ppm. On the other hand the efficiency of the green strip is greatly reduced by tractors using it, by the crossing of a disturbed tributary, or by the digging of road drains. Thus, the concentrations of suspended sediments frequently go beyond 100 ppm and the maxima reach 900 and 2,000 ppm for the inorganic and organic fraction respectively.

**ZUSAMMENFASSUNG** *Der Einfluss der Waldbautätigkeit auf die Menge der Schwebstoffe in kleinen Wasserläufe der Beauce, Québec.* Der Einfluss von Waldbautätigkeit auf die Menge der Schwebstoffe wurde in fünf Bächen, in Gebieten mit verschiedenartigen Waldbaumethoden ausgewertet. Wenn die Arbeit ohne jegliche Schutzmassnahmen vorgeht und die Waldbumaschinen die Wasserläufe durchqueren, hält sich das Niveau für organische und inorganische Schwebstoffe bei jeweils 1000 und 500 ppm, während des Fällens. Die Maxima erreichen jeweils 197000 und 65000 ppm. Die Maschinen ausserhalb der Wasserläufe zu halten, und die Bäume in entgegengesetzter Richtung zum Wasserlauf zu fällen vermindert den Anstieg der Schwebstoffe. Ähnliche Beschützung wird durch stehen gelassene Waldstreifen erreicht. Diese beiden Beschützungstypen halten die Konzentration der Schwebstoffe unter 35 ppm. Andererseits wird die Leistungsfähigkeit der grünen Streifen durch Treckerüberquerungen, oder durch das Graben von Entwässerungskanälen für die Wege sehr vermindert. So erhebt sich die Konzentration der inorganischen und organischen Schwebstoffe häufig auf mehr als 100 ppm und erreicht Maxima von jeweils 900 und 2000 ppm.

## INTRODUCTION

L'eau venant de la forêt est généralement de bonne qualité, car il y a équilibre entre le milieu biophysique et le cycle hydrologique. Les modifications de l'écosystème terrestre par l'exploitation forestière risquent de changer la température de l'eau, l'oxygène dissous, la concentration des particules en suspension et celle des éléments nutritifs en solution. L'aménagiste est particulièrement intéressé par l'augmentation de la quantité de sédiments dans les cours d'eau (LEE, 1980); on considère cette augmentation comme le problème le plus répandu et le plus visible (SATTERLUND, 1972), causant, selon ANDERSON *et al.* (1976), 80% de la détérioration de la qualité de l'eau reliée aux opérations forestières. Ainsi, la concentration des particules en suspension représente un bon indice des modifications importantes subies par un cours d'eau (SATTERLUND, 1972; PLAMONDON *et al.*, 1976).

Les relations de causes à effets entre le déboisement et la sédimentation ont été présentées il y a plusieurs siècles par les Chinois et les Égyptiens. Elles sont étudiées depuis le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle par les Américains (PACKER, 1967). Il est reconnu que la coupe en elle-même et l'extraction de la matière ligneuse par câble aérien contribuent peu à l'augmentation des sédiments en suspension dans les cours d'eau (BATES et HENRY, 1928; BROWN et KRYGIER, 1971; FREDRIKSEN, 1970; HOOVER, 1944; LIEBERMAN et HOOVER, 1948; LIKENS *et al.*, 1970; LULL et SATTERLUND, 1963; MEEHAN *et al.*, 1969; MEGAHAN, 1975; PACKER, 1967). Par contre, la mise en place de l'infrastructure d'extraction de la matière ligneuse, incluant le débusquage du bois ainsi que la construction et la mauvaise localisation des routes, sont les principales causes de l'augmentation de la concentration des particules dans l'eau (ANDERSON et WALLIS, 1963; BROWN et KRYGIER, 1971; DOUGLASS et SWANK, 1975; DYRNESS, 1967; FREDRIKSEN, 1970, 1972; FREDRIKSEN *et al.*, 1975; KOCHENDERFER et AUBERTIN, 1975; PACKER, 1967; RICE et WALLIS, 1962; SINGH et KALRA, 1975). On attribue cette augmentation plus particulièrement aux véhicules qui franchissent les cours d'eau (FREDRIKSEN, 1972), aux drains transversaux inadéquats (COPELAND, 1963) et à l'érosion de la surface de roulement (MEGAHAN et KIDD, 1972).

Les opérations forestières faites sans aucun souci de protection augmentent la concentration moyenne ou maximale de sédiments en suspension par un facteur de 5 à 3 500 fois le niveau naturel (ANDERSON et WALLIS, 1963; COPELAND, 1963; DILS, 1957; DOUGLASS et SWANK, 1975; FREDRIKSEN, 1970; GILMOUR, 1971; HOOVER, 1952; HORNBECK et REINHART, 1964; LYNCH *et al.*, 1975; MEGAHAN, 1975; REINHART *et al.*, 1963; RICE et WALLIS, 1962; ROGERSON, 1971). Par contre, la planification des opérations forestières et, particulièrement, de la localisation des coupes et de la construction des chemins permet de minimiser et même

d'annihiler l'augmentation de la concentration des particules en suspension dans les cours d'eau (DOUGLASS et SWANK, 1972; HORNBECK et REINHART, 1964; KOCHENDERFER et AUBERTIN, 1975; LEAF, 1970; LYNCH *et al.*, 1975; PATRIC et AUBERTIN, 1977; POWELL, 1980; REINHART et ESCHNER, 1962; REINHART *et al.*, 1963; VERRY, 1972).

L'objectif de cette étude consiste à quantifier l'augmentation de la concentration des sédiments en suspension dans les petits cours d'eau de la Beauce soumis à différents types de coupe.

## SITE EXPÉRIMENTAL ET MÉTHODE

Les cinq bassins exploités sont localisés à 180 km au sud de Québec dans le comté de Beauce-Sud (fig. 1). L'assise rocheuse date du Dévonien inférieur. Les bassins des ruisseaux du Monument (MA) (fig. 2), Gédéon (G) (fig. 3) et Dorset (D) (fig. 4) sont compris dans la formation de Frontenac, caractérisée par la présence du quartzite schisteux gris et par quelques ardoises grises. On retrouve des affleurements et des stries glaciaires sur le flanc des montagnes. Les bassins des ruisseaux des Cinq-Castors (CC) (fig. 5) et Oliva (LO) (fig. 6) sont de la formation de Compton, constituée de schistes ardoisiens comprenant une faible quantité de grès finement grenu et du calcaire impur étalé en couches minces (MARLEAU, 1968). Les sols sont en général minces, non différenciés, avec des affleurements rocheux, et un sable moyen à fin en domine la texture. L'altitude des bassins varie entre 400 et 610 m, tandis que la pente du terrain oscille entre 5 et 30% (tabl. I). La température moyenne est de 3,3°C et les précipitations annuelles sont de 1 000 mm (FERLAND et GAGNON, 1974). Cette région appartient au domaine climatique de la sapinière

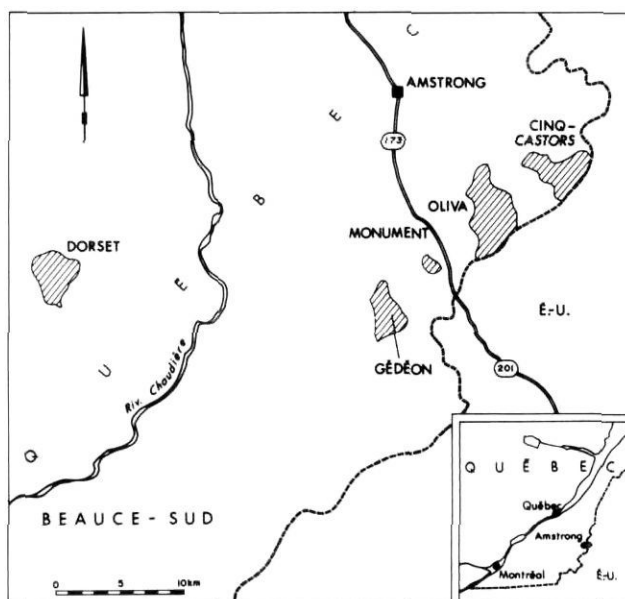


FIGURE 1. Localisation des bassins étudiés.

Location of the studied watersheds.

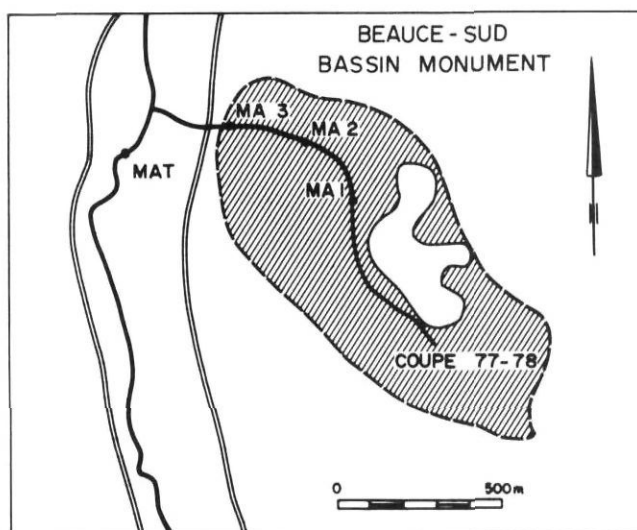


FIGURE 2. Localisation des stations dans le bassin du Monument.  
Location of the stations in watershed Monument.

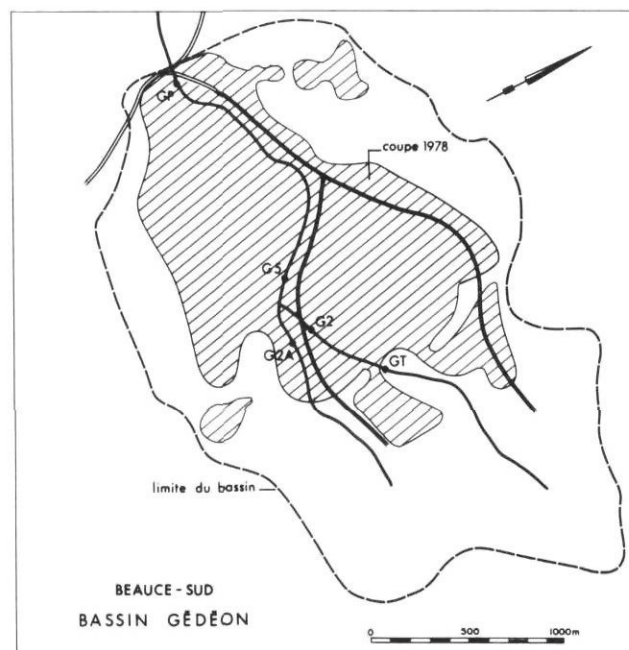


FIGURE 3. Localisation des stations dans le bassin Gédéon.  
Location of the stations in watershed Gédéon.

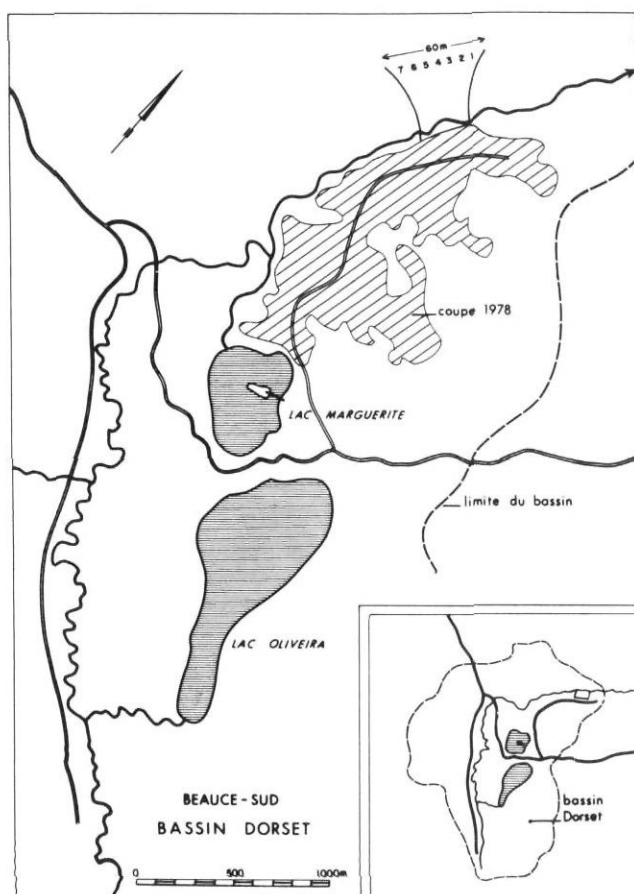


FIGURE 4. Localisation des stations dans le bassin Dorset.  
Location of the stations in watershed Dorset.

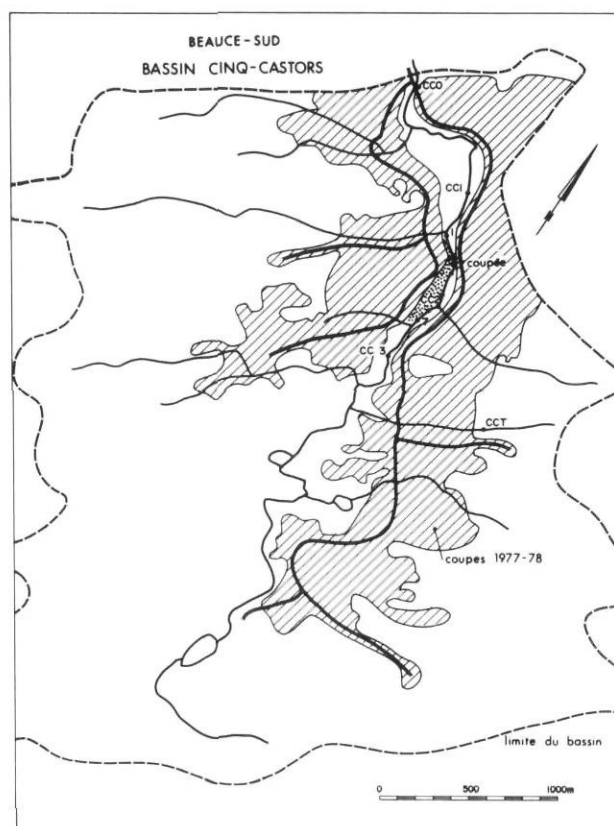


FIGURE 5. Localisation des stations dans le bassin des Cinq-Castors.  
Location of the stations in watershed Cinq-Castors.

TABLEAU I

Caractéristiques des bassins et des coupes

Bassin	Aire (km <sup>2</sup> )	Altitude (m)	Pente moyenne (%)			Année	Aire (%)	Largeur (m)	Nombre stations
			Bassin	Zone tampon	Ruisseau				
Monument (MA)	0,6	420-450	6,5	6-8	5,8	1977-78	87	0	3
Gédéon (G)	9,4	425-520	6	10	1,7	1978	61	0	4
Dorset (D)	23,1	455-520	8	5	1,5	1978	3,6	0-30	8
Cinq-Castors (CC)	11,7	490-610	10	18	2	1978	23	60	5
Oliva (LO)	4,3	460-610	20	5-30	2,6	1979	48	6-30	18

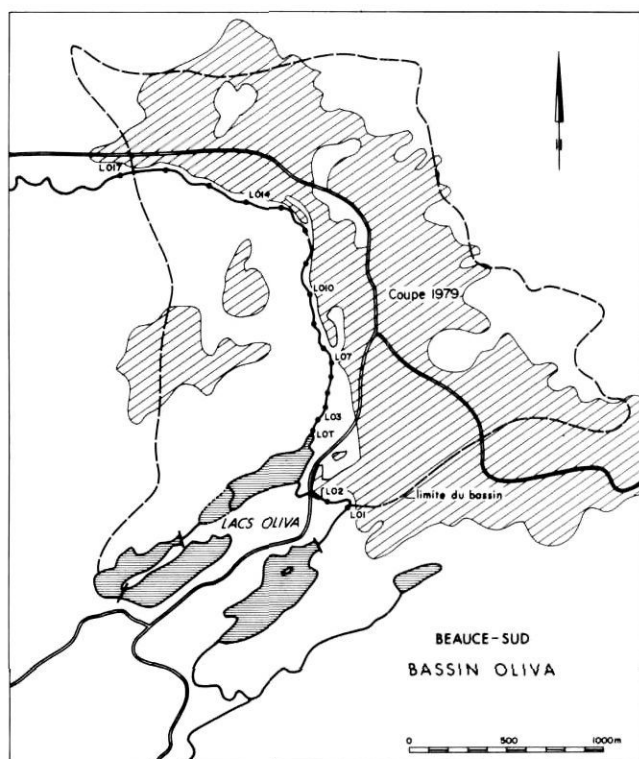


FIGURE 6. Localisation des stations dans le bassin Oliva.

Location of the stations in watershed Oliva.

à bouleau jaune. Les principales espèces sont: le sapin baumier (*Abies balsamea* L.), le bouleau jaune (*Betula alleghaniensis* Britton), le bouleau blanc (*Betula papyrifera* Marsh), l'érable à sucre (*Acer saccharum* Marsh) et le peuplier faux-tremble (*Populus tremuloides* Michx.) (GRANDTNER, 1966).

Les opérations de coupe comprennent l'abattage et l'ébranchage à la scie mécanique, puis le débusquage des arbres en longueur jusqu'à une jetée où le bois est empilé pour être ensuite transporté par camion. Les bassins des ruisseaux du Monument (fig. 2) et Gédéon (fig. 3), que l'on exploite respectivement durant la période automne-hiver 1977-1978 et l'été 1978, ne font pas l'objet de mesures protectrices (tabl. I). La machinerie forestière accède librement aux cours d'eau. Par contre, on exploite le côté est du ruisseau Dorset (fig.

4) aux mois d'août et septembre 1978 en y conservant une bande boisée d'environ 30 m de largeur dont l'extrémité aval se termine en pointe sur une longueur de 60 m. On coupe à blanc cette pointe les 30 et 31 août 1978. On exploite le bassin du ruisseau des Cinq-Castors (fig. 5) durant l'été 1978 et on y conserve une bande de 60 m de chaque côté du ruisseau. Cependant, la machinerie forestière traverse à plusieurs reprises le cours d'eau près de la station CC2. Entre le 26 septembre et le 3 octobre 1978, on coupe une section de 180 m de longueur de la bande sur un côté du ruisseau. Pendant la coupe des bandes, les travailleurs forestiers évitent de perturber la zone riveraine et d'abattre les arbres dans les cours d'eau. Finalement, on conserve une bande de 6 à 30 m de largeur le long du ruisseau Oliva (fig. 6) après la coupe de l'été 1979. Dans tous les cas, les chemins d'accès sont situés à plus de 50 m des cours d'eau analysés.

On évalue l'effet de la coupe en comparant les données obtenues dans les sections traitées du cours d'eau avec celles des stations témoins situées en amont ou sur un cours d'eau adjacent. Les données recueillies avant la coupe de 1979 dans 10 stations réparties sur 2,5 km de longueur d'un cours d'eau adjacent au ruisseau du Monument et dans 16 stations étalées sur 1 km du ruisseau Oliva montrent qu'il n'y a pas de relation entre la concentration des particules en suspension et la position des stations. Ceci justifie l'utilisation de stations témoins localisées en amont des secteurs traités en raison de l'accessibilité. De façon générale, on recueille les échantillons de 3 à 5 fois par semaine de juin à août, mais à quelques reprises seulement en avril, mai, septembre et octobre. L'eau prélevée manuellement avec des bouteilles de polyéthylène de 1 litre est passée dans un filtre (Millipore XCW 04700) dont la porosité est de 8  $\mu$ . Après séchage à 95°C, on obtient par pesée le poids total des sédiments et du filtre. Le poids du matériel inorganique est obtenu après calcination à 800°C durant 2 heures; le résidu (0,045% du poids initial) du filtre est tenu pour négligeable. La précision est de  $\pm 1$  ppm. Le poids de la partie organique est obtenu par différence en utilisant un poids moyen pour le filtre, ce qui cause une erreur de  $\pm 4$  ppm.



## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### 1. VARIATIONS DIURNES

La concentration des sédiments inorganiques en suspension varie entre 2 et 12 ppm pendant la coupe de la partie aval de la bande en forme de pointe le long du ruisseau Dorset (fig. 7). Les variations mesurées sont similaires à celles obtenues dans le tronçon amont, protégé

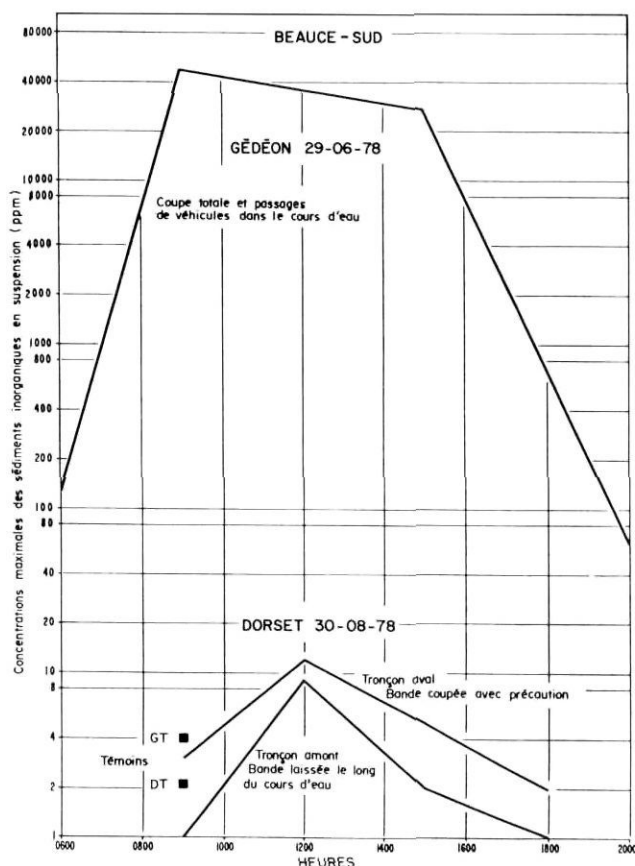


FIGURE 7. Variation diurne de la concentration des sédiments inorganiques en suspension d'après les résultats de trois traitements.

*Diurnal variation of the concentration of inorganic suspended sediments for three treatments.*

gé par une bande de 15 à 30 m de largeur, là où le sol minéral n'a pas été bouleversé. La concentration des sédiments organiques est semblable à celle de la fraction inorganique de la partie amont. Cependant, le tronçon aval reçoit des débris végétaux pendant l'abattage des arbres, et la concentration des particules organiques atteint 90 ppm à 15 h, à la fin des opérations. L'effet disparaît dès 18 h.

Les concentrations des particules inorganiques (fig. 7) et organiques atteignent 48 000 et 7 800 ppm dans le ruisseau Gédéon, pendant les opérations de coupe sans restriction. À la fin des activités, vers 15 h, les concentrations accusent une forte baisse, mais demeurent bien au-dessus du niveau du témoin (GT) jusqu'à 20 h. La concentration enregistrée au début de la journée du 29 juin 1978 dépasse déjà 100 ppm à cause des perturbations et des précipitations antérieures (fig. 8).

Les concentrations des particules inorganiques sont supérieures aux concentrations des particules organiques dans le ruisseau Gédéon, à cause du bouleversement du sol minéral. L'inverse se produit au ruisseau Dorset. La variation diurne des concentrations de sédiments en suspension dans les petits cours d'eau est donc importante pendant les opérations forestières faites sans souci de protection. On considère que l'échantillonnage effectué durant l'avant-midi est représentatif de l'effet des opérations forestières.

### 2. RUISSEAUX SANS BANDE BOISÉE

La ligne inférieure de la figure 9 illustre la concentration maximale de particules inorganiques en suspension parmi les stations témoins; elle demeure en deçà de 10 ppm, à l'exception d'une pointe de 75 ppm durant la crue printanière. À la suite de la coupe d'hiver dans le bassin du Monument, la concentration atteint 1 400 ppm (fig. 9). Durant la période d'étiage, elle est nettement plus faible, mais demeure au-dessus du niveau normal. La pointe de 142 ppm, survenue le 28 août, est imputable aux précipitations de 37 mm qui provoquèrent du ruissellement dans les chemins de débusquage.

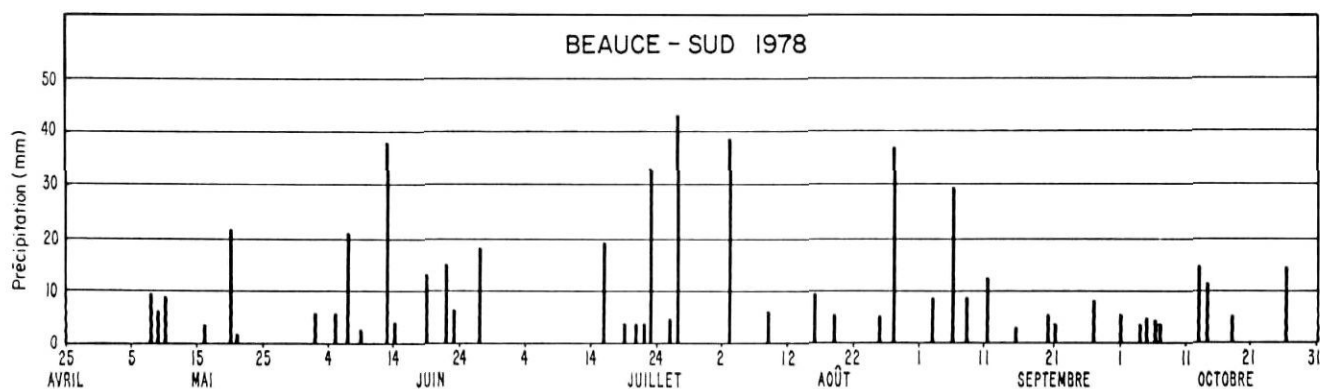


FIGURE 8. Précipitations journalières (avril-octobre 1978) en mm.

*Daily precipitation (April-October 1978) in mm.*

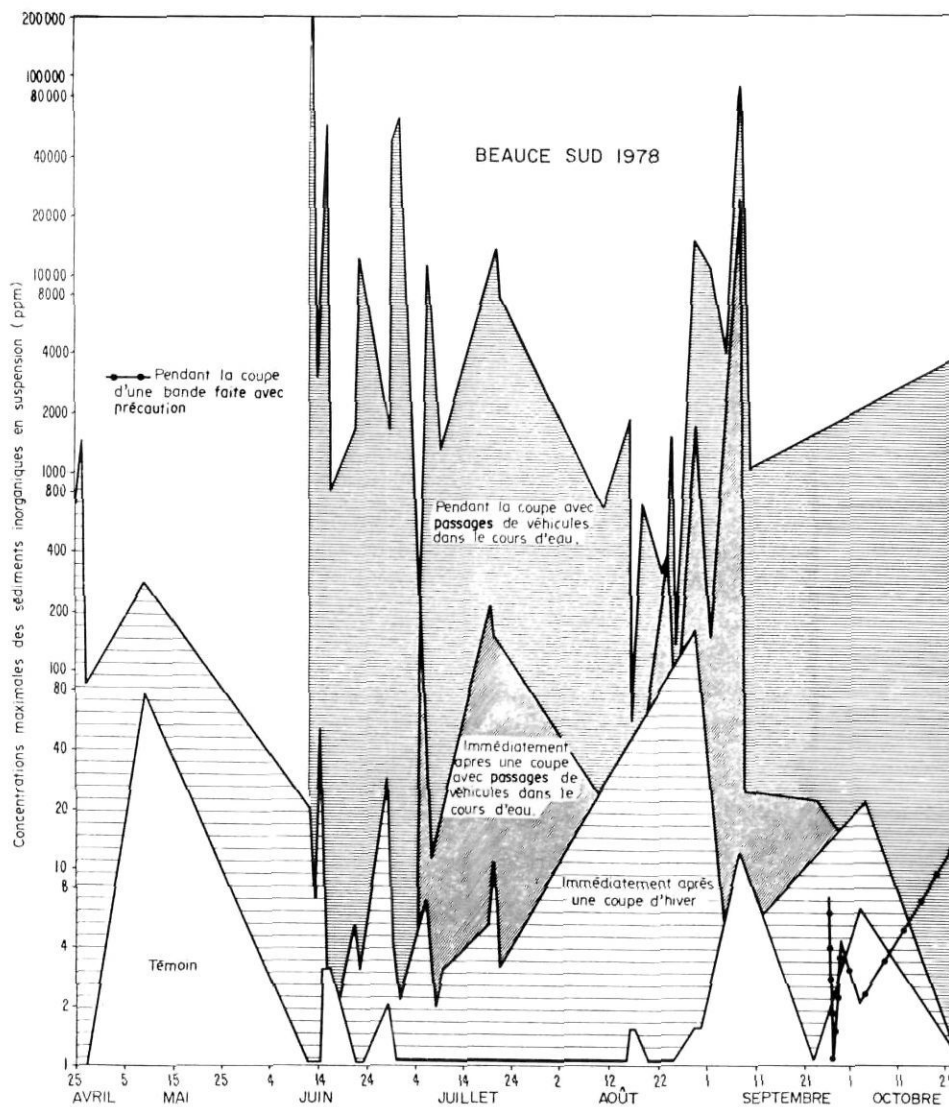


FIGURE 9. Concentrations maximales des sédiments inorganiques en suspension dans des conditions naturelles et d'après les résultats de différents traitements.

Maximum concentrations of inorganic suspended sediments in natural conditions and for different treatments.

La limite supérieure de la zone rayée en diagonale sur la figure 9 illustre la concentration des sédiments inorganiques dans une section du ruisseau Gédéon après des passages fréquents de la machinerie forestière. Même si la machinerie ne cause plus de perturbations directes après le 5 juillet, les concentrations dépassent fréquemment 100 ppm. Les 30 mm de pluie tombés le 5 septembre provoquent une pointe de 25 000 ppm, ce qui indique un milieu encore instable. La courbe supérieure (fig. 9) montre les concentrations maximales atteintes pendant la coupe du bassin Gédéon, dans un tronçon de 3 km de longueur traversé par huit sentiers de débusqueuses. L'ensemble de ces activités provoque la désagrégation du lit et des berges du cours d'eau et maintient la concentration entre 1 000 et un maximum de 197 000 ppm durant la majeure partie de la saison.

Finalement, la coupe de la lisière boisée, sans perturbation du sol, le long du ruisseau des Cinq-Castors à

la fin de septembre 1978 n'a que peu d'effet. Les concentrations inorganiques restent similaires à celles du témoin, à l'exception d'une faible pointe de 14 ppm enregistrée le 23 octobre.

Quant à la concentration des particules organiques en suspension, les maxima atteints sont de 100, 140, 2 400, 65 000 et 14 ppm respectivement pour le témoin et les quatre traitements (fig. 10, tabl. II). Dans le cas de la coupe de la bande, les arbres sont abattus en direction opposée du cours d'eau, ce qui évite l'apport direct de particules organiques. Les concentrations moyennes inorganiques et organiques sont nettement plus élevées pendant une coupe où la machinerie perturbe le sol, qu'après celle-ci. Cependant, la concentration maximale peut survenir après la fin des travaux, car elle dépend non seulement du degré de perturbation du milieu, mais aussi du ruissellement et de l'érosion des matériaux.

Dans des conditions normales, la concentration des particules organiques est plus élevée (fig. 10) que celle

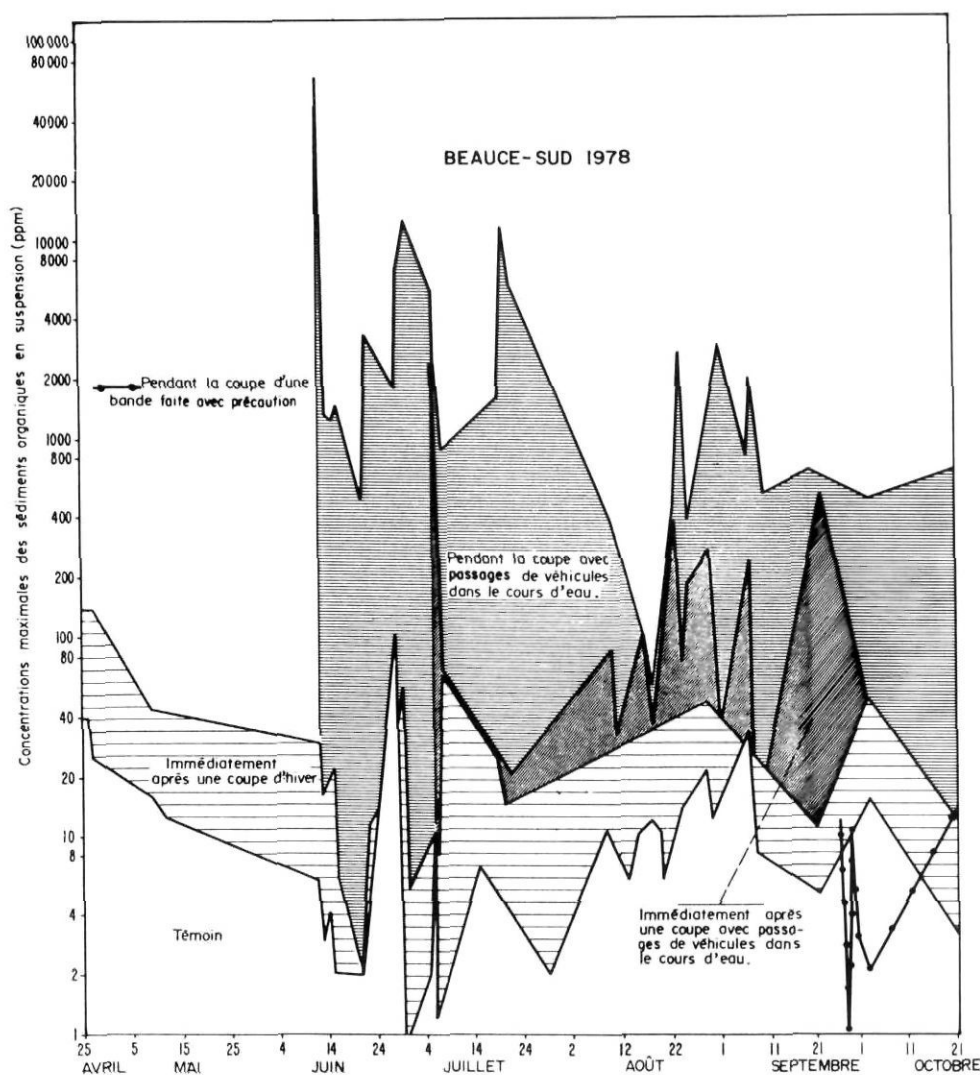


FIGURE 10. Concentrations maximales des sédiments organiques en suspension en conditions naturelles et d'après les résultats de différents traitements.

Maximum concentrations of organic suspended sediments in natural conditions and for different treatments.

TABLEAU II

Concentrations maximales (ppm) des sédiments en suspension en relation avec le type de traitement

Traitement	1978		1979	
	inorganique	organique	inorganique	organique
Témoïn	75 (6)	100 (15)	12	120
Coupe d'une bande avec précaution	(14)	(14)	—	—
Coupe avec bande de protection	95	32	14	87
Coupe avec bande de protection perturbée par la machinerie	470	180	960	2030
Coupe d'hiver sans bande de protection	1400	140	—	—
Tributaire près d'une route après les perturbations de la machinerie	2100	750	—	—
Après la coupe avec perturbation du cours d'eau	25000	2400	—	—
Tributaire près d'une route pendant les perturbations	52000	13500	—	—
Pendant la coupe avec perturbation du cours d'eau	197000	65000	—	—

( ) valeurs pour une courte période.



des particules inorganiques (fig. 9), car le ruisseau reçoit surtout des débris végétaux, le sol minéral étant recouvert d'une couche de matière organique. Lorsque les perturbations sont faibles, leur effet se fait sentir de façon similaire sur les fractions organiques et inorganiques. L'augmentation de particules inorganiques est nettement plus élevée que celle de la fraction organique, lorsque les berges sont perturbées et que les traces laissées par les débusqueuses provoquent le ruissellement en contact avec le sol minéral jusqu'au cours d'eau (tabl. II).

La concentration des sédiments inorganiques dans des tributaires, qui longent une route (Gédéon) et une aire d'empilement (Cinq-Castors), traversés par des débusqueuses, se maintient au-dessus de 1 000 ppm (fig. 11), comme dans le ruisseau Gédéon pendant les passages de la machinerie (fig. 9). À partir du 22 juillet, le ruisseau Gédéon n'est plus franchi par les débusqueuses, et les concentrations diminuent, quoique certaines pointes atteignent tout de même 2 000 ppm (fig. 11). Les concentrations maximales pendant les travaux sont de 52 000 et de 2 100 ppm après les travaux. De

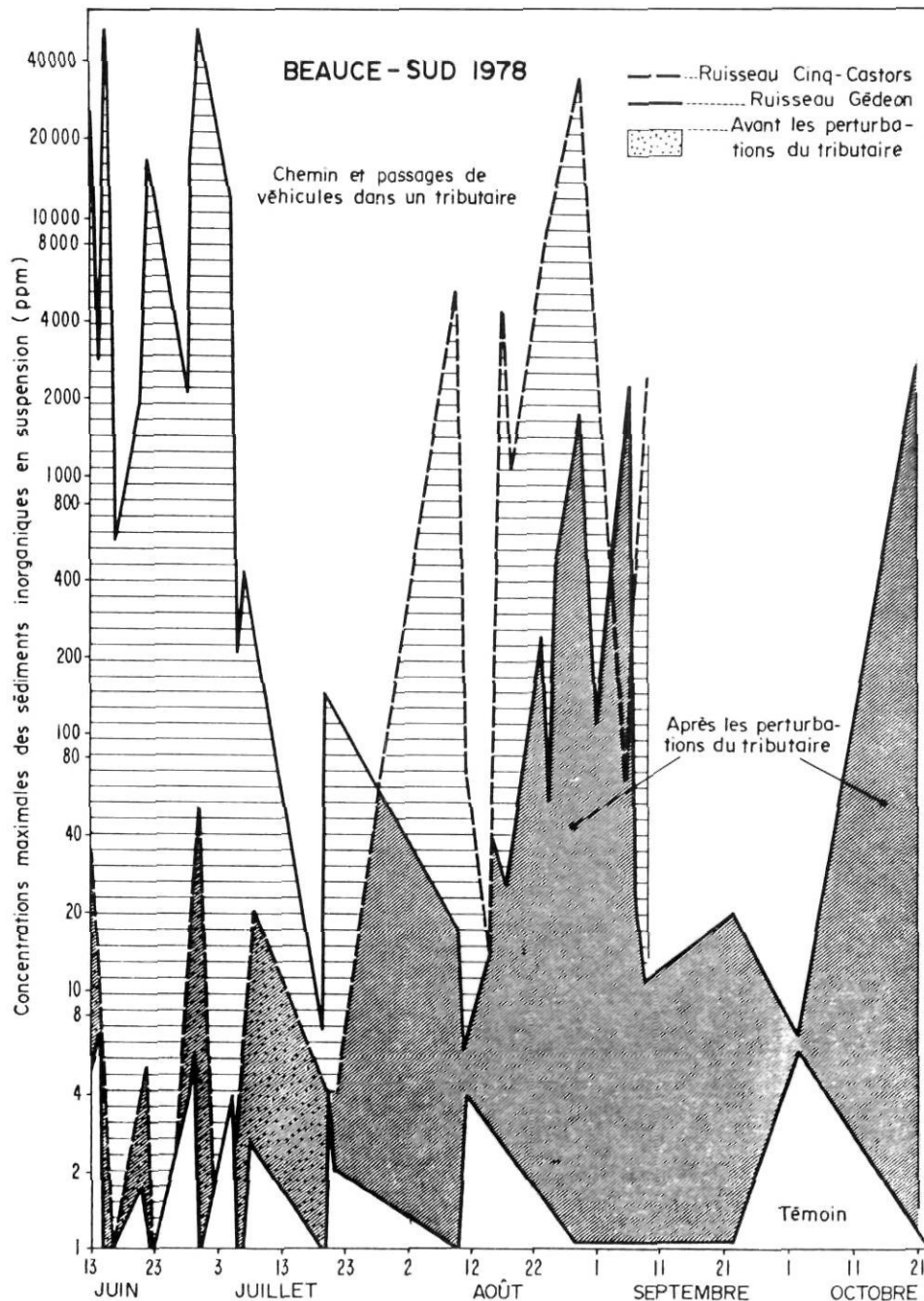


FIGURE 11. Concentrations maximales des sédiments inorganiques en suspension dans des conditions naturelles et dans deux tributaires perturbés par la machinerie.

Maximum concentrations of inorganic suspended sediments in natural conditions and for two tributaries disturbed by the vehicles.

façon similaire, les concentrations de la fraction organique atteignent 13 500 et 750 ppm (tabl. II). En moyenne, les concentrations de sédiments organiques sont plus faibles que celles de la fraction inorganique, mais demeurent dans les mêmes proportions.

Ainsi, dans les tronçons étudiés, lorsque les véhicules ont accès aux cours d'eau, le degré de perturbation est plus élevé que celui qui est causé par les coupes ou lorsqu'il n'y a pas de point de traversée des cours d'eau.

### 3. RUISSEAUX AVEC BANDES BOISÉES

Les concentrations de sédiments inorganiques en suspension dans des conditions normales atteignent un maximum de 12 ppm en 1978 et 1979 (fig. 12a, b), sauf au printemps. La partie rayée en diagonale de la figure 12 représente les concentrations atteintes pendant les coupes avec bandes boisées, dans les ruisseaux des Cinq-Castors, du Monument, Dorset (fig. 12a) et Oliva (fig. 12b). Les concentrations demeurent généralement en deçà de 10 ppm avec des pointes de 95 ppm en 1978 et 14 ppm en 1979.

Enfin, la courbe supérieure de la figure 12a montre une augmentation de la concentration des sédiments inorganiques à cause du passage d'un tracteur à chenilles à travers la bande boisée du ruisseau des Cinq-Castors. Dans le cas du ruisseau Oliva (fig. 12b), la hausse de la concentration est causée par les apports d'un tributaire perturbé par la construction d'une jetée et les passages des débusqueuses. Les concentrations maximales atteignent 470 ppm en 1978 et 900 ppm en 1979 (tabl. II). La dernière pointe s'est produite le 1<sup>er</sup> août alors qu'il est tombé 39 mm de pluie (fig. 13).

En 1978, les concentrations maximales de la fraction organique, par suite de la coupe avec bande intacte et perturbée, atteignent respectivement 32 et 180 ppm. De la même façon, en 1979, le ruisseau Oliva présente des concentrations maximales de 87 et 2 030 ppm (tabl. II).

On peut en conclure que la bande boisée protège adéquatement un cours d'eau lorsqu'elle est conservée intacte ou qu'il n'y a pas de tributaire perturbé qui la traverse. Une coupe totale bien planifiée, dans le but d'éviter toute perturbation du sol près de la zone rive-

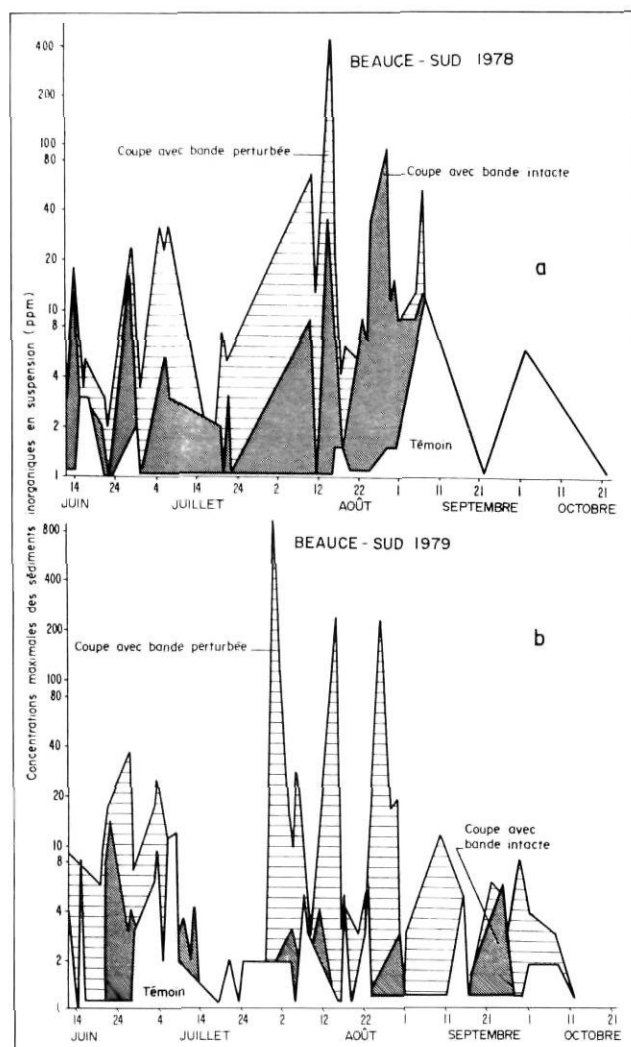


FIGURE 12. Concentrations maximales des sédiments inorganiques en suspension dans des conditions naturelles et dans des cours d'eau protégés par une bande: (a) ruisseaux du Monument, des Cinq-Castors et Dorset en 1978; (b) ruisseau Oliva en 1979.

Maximum concentrations of inorganic suspended sediments in natural conditions and in streams protected by a green strip: (a) streams Monument, Cinq-Castors and Dorset in 1978; (b) stream Oliva in 1979.

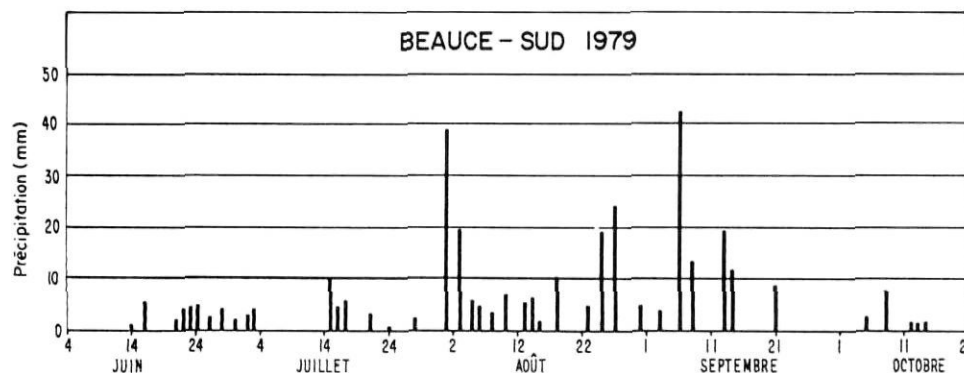


FIGURE 13. Précipitations journalières (avril-octobre 1979) en mm. Daily precipitations (April-October 1979) in mm.

raine, offre une meilleure protection qu'une coupe avec conservation d'une bande traversée par des véhicules ou par un tributaire perturbé.

## CONCLUSION

L'augmentation de la concentration de particules dans un cours d'eau est principalement causée, en ordre décroissant d'importance, par la traversée de véhicules, par le passage de petits tributaires perturbés, même s'ils sont intermittents, par le drainage des fossés de la route et par les chemins de débordage perpendiculaires au cours d'eau. La pente du terrain peut intervertir l'ordre d'importance des deux derniers.

La conservation de bandes le long des cours d'eau constitue une mesure de protection efficace parce qu'elle évite les perturbations du sol par les véhicules. Cependant, son effet bénéfique peut être pratiquement annihilé par le passage de véhicules ou par l'arrivée d'un tributaire perturbé. La mesure la plus efficace demeure la conservation d'une zone tampon le long de tous les cours d'eau. La coupe peut être effectuée à condition que les véhicules demeurent à distance et que les arbres soient abattus en direction opposée du cours d'eau.

## REMERCIEMENTS

L'auteur remercie le Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie du Canada, le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec et la Compagnie Domtar pour l'appui financier fourni lors de cette étude. La collaboration de MM. Léopold Dion et Alain Fortin, de la Compagnie Domtar, et du personnel du laboratoire de cartographie de l'université Laval a été grandement appréciée.

## BIBLIOGRAPHIE

- ANDERSON, H.W., HOOVER, M.D. et REINHART, K.G. (1976): *Forests and water effects of forest management on floods, sedimentation, and water supply*, Gen. Tech. Rep. For. Serv. U.S. Dept. Agric. PSW-18, 115 p.
- ANDERSON, H.W. et WALLIS, J.R. (1963): Some interpretation of sediment sources and causes, Pacific Coast Basin in Oregon and California, in *Proc. Fed. Interagency Sedimentation Conf. Misc.*, Publ. U.S. Dept. Agric. n° 970, p. 22-30.
- BATES, C.G. et HENRY, A.J. (1928): *Forest and streamflow experiment at Wagon Wheel Gap, Colorado*, Mon. Weath. Rev. Suppl. n° 30, 29 p.
- BROWN, G.W. et KRYGIER, J.T. (1971): Clearcut logging and sediment production in Oregon Coast Range, *Wat. Resour. Res.*, 7, p. 1189-1198.
- COPELAND, O.L. Jr. (1963): Land use and ecological factors in relation to sediment yields, in *Proc. Fed. Inter-Agency Sedimentation Conf.*, Jackson, Miss., p. 28-31.
- DILS, R.E. (1957): *A guide to the Coweeta Hydrologic Laboratory*, Southeastern For. Expt. Stat. U.S. Dept. Agric., 12 p.
- DOUGLASS, J.E. et SWANK, W.T. (1975): Effects of management practice on water quality and quantity Coweeta Hydrologic Laboratory, North Carolina, p. 1-13, in W.E. Sopper et E.S. Corbett (édit.), *Symp. Proc. Municipal Watershed Management*, Gen. Tech. Rept. For. Serv. U.S. Dept. Agric. NE-13, 196 p.
- DYRNESS, C.T. (1967): *Mass soil movements in the H.H. Andrews Experimental Forest*, Res. Paper For. Serv. U.S. Dept. Agric., PNW-42, 12 p.
- FERLAND, M.G. et GAGNON, R.M. (1974): *Climat du Québec méridional*, Publ. Serv. Météorol., Min. Rich. nat. Québec, MP-13, 93 p.
- FREDRIKSEN, R.L. (1970): *Erosion and sedimentation following road construction and timber harvest on unstable soils in three small western Oregon watersheds*, Res. Pap. For. Serv. U.S. Dept. Agric., PNW-104.
- (1971): Comparative chemical quality-natural and disturbed streams following logging and slash burning, p. 125-137, in J.T. Krygier et J.D. Hall (édit.), *Symp. Forest land uses and stream environment*, Oregon State Univ., Corvallis, 252 p.
- FREDRIKSEN, R.L. (1972): Impact of forest management on stream water quality in western Oregon, p. 37-50, in *Pollution abatement and control in the forest products industry*, U.S. Dept. Agric.
- GILMOUR, D.A. (1971): The effects of logging on streamflow and sedimentation in a north Queensland rain forest catchment, *Comm. For. Rev.*, p. 37-48.
- GRANDTNER, M. (1966): *La végétation forestière du Québec méridional*, Presses de l'Univ. Laval, Québec, 216 p.
- HOOVER, M.D. (1944): Effect of removal of forest vegetation upon water yields, *Amer. Geophys. Union Trans.*, Part VI, p. 965-977.
- (1952): Water and timber management, *J. Soil. and Wat. Conserv.*, 7, p. 75-78.
- HORNBECK, J.W. et REINHART, K.G. (1964): Water quality and soil erosion as affected by logging in steep terrain, *J. Soil and Wat. Conserv.*, 19, p. 23-27.
- KOCHENDERFER, J.N. et AUBERTIN, G.M. (1975): Effects of management practice on water quality and quantity: Fernow Experimental Forest, West Virginia, p. 14-24, in W.E. Sopper et H.W. Lull (édit.), *Symp. Proc. Municipal Watershed Management*, Gen. Tech. Rept. For. Serv. U.S. Dept. Agric., NE-13, 196 p.
- LEAF, C.F. (1970): Sediment yields from Central Colorado snow zone, in *Proc. Am. Soc. of Civil Eng.*, p. 87-93.
- LEE, R. (1980): *Forest hydrology*, Columbia Univ. Press, 349 p.
- LIEBERMAN, J.A. et HOOVER, M.D. (1948): The effect of uncontrolled logging on stream turbidity, *Wat. and Sewage Works*, 95, p. 255-258.
- LIKENS, G.E., BORMANN, F.H., JOHNSON, N.M., FISHER, D.W. et PIERCE, R.S. (1970): Effects of forest cutting and herbicide treatment on nutrient budgets in the Hubbard Brook watershed-ecosystem, *Ecol. Monogr.*, 40, p. 23-47.
- LULL, H.W. et SATTERLUND, D.R. (1963): What's new in municipal watershed management?, *Soc. of Am. For. Proc.*, p. 171-175.

- LYNCH, J.A., SOPPER, W.E., CORBETT, E.S. et AURAND, D. (1975): Effects of management practices on water quality and quantity: Pa. State Experimental Watershed, p. 36-42, in W.E. Sopper et E.S. Corbett (édit.), *Symp. Proc. Municipal Watershed Management*, Gen. Tech. Rept. For. Serv. U.S. Dept. Agric., NE-13, 196 p.
- MARLEAU, R.A. (1968): *Région de Woburn Mégantic Est, Armstrong, comtés de Frontenac et de Beauce*, Rapp. géol., Serv. Explor. géol., Min. Rich. nat. du Québec, n° 137, 60 p.
- MEEHAN, W.R., FARR, W.A., BISHOP, D.M. et PATRIC, J.H. (1969): *Effect of clearcutting on salmon habitat of two southeastern Alaska streams*, Res. Pap. For. Serv. U.S. Dept. Agric., PNW-82, 45 p.
- MEGAHAN, W.F. (1975): Sedimentation in relation to logging activities in the mountains of central Idaho, p. 74-82, in *Present and prospective technology for predicting sediment yields and sources*, *Proc. Sediment Yields Workshop*, Rept. Res. Serv. U.S. Dept. Agric., ARS5-40.
- MEGAHAN, W.R. et KIDD, W.J. (1972): *Effect of logging roads on sediment production rates in the Idaho Batholith*, Res. Pap. For. Serv. U.S. Dept. Agric., Int-123, 14 p.
- PACKER, P.E. (1967): Forest treatment effects on water quality, p. 687-699, in W.E. Sopper et H.W. Lull (édit.), *Internat. Symp. on For. Hydrol.*, Pergamon Press, New York, 813 p.
- PATRIC, J.H. et AUBERTIN, A.M. (1977): Long-term effects on repeated logging on an Appalachian Stream, *J. of For.*, 75, p. 492-494.
- PLAMONDON, A.P., LEPROHON, R. et GONZALEZ, A. (1976): Exploitation forestière et protection de quelques cours d'eau de la Côte-Nord, *Cahiers de CENTREAU*, vol. 1, n° 6, 43 p.
- POWELL, G.R. (1980): *Naswhaak experimental watershed project. Annual report 1978-1979*, New Brunswick Forest Research Advisory Committee.
- REINHART, K.G. et ESCHNER, A.R. (1962): Effect on streamflow of four different forest practices in the Allegheny Mountains, *J. Geophys. Res.*, 67, p. 2433-2445.
- REINHART, K.G., ESCHNER, A.R. et TRIMBLE, G.R. (1963): *Effect on streamflow of four forest practices in the mountain of West Virginia*, Res. Pap. For. Serv. U.S. Dept. Agric., NE-1, 79 p.
- RICE, R.M. et WALLIS, J.R. (1962): How a logging operation can affect streamflow, *Forest Indust.*, 89, p. 38-40.
- ROGERSON, T.L. (1971): *Hydrologic characteristics of small headwater catchments in the Ouachita Mountains*, Res. Note For. Serv. U.S. Dept. Agric. SO-117, 5 p.
- SATTERLUND, D.R. (1972): *Wildland watershed management*, Ronald Press, New York, 370 p.
- SINGH, T. et KALRA, Y.P. (1975): Changes in chemical composition of natural waters resulting from progressive clearcutting of forest catchments in West Central Alberta, Canada, *Symp. the hydrological characteristics of river basins and the effects on these characteristics of better water management*, Publ. Intern. Ass. Sci. Hydrol., n° 117, p. 415-444.
- VERRY, E.S. (1972): Effect of an aspen clearcutting on water yield and quality in Northern Minnesota, p. 276-284, in S.C. Csallany, T.G. McLaughlin et W.D. Striffler (édit.), *Proc. Symp. Watershed in transition*, Fort Collins, Colorado, Am. Wat. Resour. Ass., 405 p.